

## การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยปฏิบัติการเสมือน เรื่อง สารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

สุจุจิรา บุญเลิศ และมะยุโซ๊ะ ภูโน\*

ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ วัฒนา กรุงเทพฯ 10110

E-mail: mayuso@swu.ac.th

รับบทความ: 5 มีนาคม 2557 ยอมรับตีพิมพ์: 25 พฤษภาคม 2557

### บทคัดย่อ

การวิจัยเชิงทดลองฉบับนี้มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงเรื่อง สารละลายกรดและเบส และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส โดยมีกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ ที่ได้จากการเลือกแบบเจาะจง และใช้แผนการวิจัยแบบ one group pretest–posttest design โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ซึ่งพัฒนาด้วยโปรแกรม Yenka Science (chemistry) แผนการจัดการเรียนรู้ ใบกิจกรรม แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าสถิติ  $t$ -test for dependent samples ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ( $\bar{X} = 4.24$ ,  $SD = 0.83$ )

**คำสำคัญ:** ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความพึงพอใจ บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง สารละลายกรดและเบส

## A Study of Learning Achievement Using Virtual Practical in Acid-Base Solution for Mathayomsuksa I Students

Surujira Boonlert and Mayuso Kuno\*

Department of Chemistry, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Wattana, Bangkok 10110, Thailand

\*E-mail: mayuso@swu.ac.th

### Abstract

The purposes of this experimental research were to compare a learning achievement before and after using virtual laboratory for acid-base solution for Mathayomsuksa I students and to study the satisfaction of students with learning through virtual laboratory for acid-base solution. The samples were 40 Mathayomsuksa I students in the 1<sup>st</sup> semester, academic year 2013 at Amnatcharoen school. They were acquired by purposive sampling. The experimental design is one group pretest-posttest design. The instruments used in this research were virtual laboratory for acid-base solution developed by using Yenka Science (Chemistry) program, lesson plans, worksheet, achievement test, and satisfaction questionnaire. The data were analyzed by using *t*-test for dependent samples, mean and standard deviation. The finding showed that the average posttest achievement scores was statistically higher than the average pretest score at significant level of .05, and satisfaction of student after using the virtual laboratory for acid-base solution was at high level ( $\bar{X} = 4.24$ ,  $SD = 0.83$ ).

**Keywords:** Learning Achievement, Satisfaction, Virtual Laboratory, efficiency, acid-base solution

### บทนำ

วิชาวิทยาศาสตร์เป็นวิชาที่มีความสำคัญ จำเป็นต้องมีการวางรากฐานตั้งแต่ระดับอนุบาลศึกษา ประถมศึกษาตลอดจนระดับมัธยมศึกษา เนื่องจากวิชาวิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งด้านสังคม ไม่ว่าจะเป็นสังคมทั้งโลกปัจจุบันและโลกอนาคต วิทยาการของวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับชีวิตของทุกคน ทั้งในการดำรงชีวิตประจำวันและในการทำงานเพื่อความอยู่รอดของสังคมส่วนรวม ความรู้วิทยาศาสตร์ช่วยให้เกิดองค์ความรู้ใหม่ ๆ ตลอดเวลาและทำให้เกิดความเข้าใจในปรากฏการณ์ธรรมชาติมากมาย (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2546) นอกจากนี้วิทยาศาสตร์ทำให้คนมีพัฒนาการทางวิธีการคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดวิเคราะห์วิจารณ์ มีทักษะที่สำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ (กรมวิชาการ, 2546) ดังนั้นครูควรให้ความสำคัญกับการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจ และส่งผลไปยังผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียนที่ดี ซึ่งจากการรายงานของผู้อำนวยการสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) เปิดเผยว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในวิชาวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยในภาพรวมของประเทศ พบว่า มีผลการเรียนที่ตกต่ำ ทั้งที่ผ่านมา มีการอบรมและพัฒนาครูด้านนี้มาอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เพราะสาเหตุของปัญหาเกิดจากหลายปัจจัย เช่น บริบทของโรงเรียนที่มีปัญหาขาดแคลนสื่อ อุปกรณ์ สถานที่ และจำนวนครูไม่เพียงพอ (ผู้จัดการออนไลน์, 2556) ดังนั้นการเรียนรู้ของผู้เรียนจำเป็นต้องได้รับพัฒนากระบวนการจัดการเรียนการสอนเพื่อช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ซึ่งในทางปฏิบัติ ครูวิทยาศาสตร์จำนวนมากสอนด้วยการอธิบายบรรยายเพื่อให้นักเรียนจดและท่องจำ นักเรียนไม่ได้ปฏิบัติทดลองเท่าที่ควร ทำให้ผลการเรียนการสอนและทัศนคติต่อวิชาวิทยาศาสตร์ค่อนข้างไม่ดี ส่งผลให้ทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ของเด็กไทยโดยเฉลี่ยอ่อนลง ซึ่งเป็นปัญหาต่อคุณภาพทางการศึกษาในปัจจุบัน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวจำเป็นต้องมีการพัฒนาวิธีการสอน และต้องมีการ

ผลิตสื่อการเรียนรู้ต่าง ๆ หรือนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการจัดการเรียนการสอน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศสามารถนำไปสู่การพัฒนาการเรียนรู้ของนักเรียนและวิธีการสอนที่ดีขึ้น จากรายงานการศึกษาด้านมัลติมีเดียของสถาบันแห่งชาติในประเทศญี่ปุ่น ได้พิสูจน์ให้เห็นว่า การตอบรับของนักเรียนในการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศได้เพิ่มขึ้นจากการผสมผสานเข้าไปในหลักสูตรซึ่งมีความสำคัญและมีผลกระทบในด้านบวกต่อความสำเร็จของนักเรียน โดยเฉพาะในเรื่องของ “ความรู้ความเข้าใจ” “ทักษะการปฏิบัติ” และ “ทักษะการนำเสนอ” ในสาขาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ และสังคม จะเห็นได้ว่า ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีต่าง ๆ มาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น ซึ่งมีผู้วิจัยได้นำเทคโนโลยีด้านความเสมือนจริงมาใช้ในการศึกษาของวิชาต่าง ๆ เนื่องจากสามารถอำนวยความสะดวกให้ผู้เรียนสามารถใช้ได้ตลอดเวลา เช่น พงพันธ์ สุริรักษ์ (2548) ได้พัฒนาสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์วิชาทางธรรมชาติในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง ศุภางค์ ไทยสมบุญสุข (2547) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือแบบร่วมมือกลุ่มเรื่องการบริหารโครงการในห้องเรียนเสมือนจริงสำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย Phornphisutthimas et al. (2007) พัฒนาห้องปฏิบัติการเสมือนเรื่องการทำโปรตีนให้บริสุทธิ์ด้วยโปรแกรมภาษาไพธอน (python) และแปลเป็นภาษาไทย เพื่อให้ผู้เรียนระดับปริญญาตรีไทยได้ใช้ก่อนลงมือทำปฏิบัติการจริง และศันสนีย์ สังสรรค์อนันต์ (2551) พัฒนาแบบจำลองห้องปฏิบัติการเสมือนจริงเพื่อการเรียนการสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในวิชาฟิสิกส์สำหรับนักศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ พบว่า ห้องเรียนเสมือนจริงและห้องปฏิบัติการเสมือนจริงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงขึ้น

การศึกษาในปัจจุบันต้องการเปิดกว้างให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ทุกที่ โดยไม่มีข้อจำกัดในด้านเวลาและสถานที่ จึงมีผู้สร้างโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) (บริษัท เอเชียน ไอ.ที. จำกัด., ม.ป.ป.) ซึ่งเป็น Software ที่ใช้ในการจำลองการทดลองเสมือนจริงทางวิทยาศาสตร์ สาขาวิชาเคมีสามารถนำมาใช้ในการสร้างสื่อการสอนที่มีลักษณะหรือรูปแบบการทดลองทางวิทยาศาสตร์ได้ โดยเฉพาะการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ด้านเคมี สื่อที่สร้างขึ้นมีคุณภาพหรือประสิทธิภาพหรือไม่ขึ้นอยู่กับความสามารถในการออกแบบสื่อการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจ และสามารถบรรลุจุด

ประสงค์การเรียนรู้ โดยการจำลองการทดลองเสมือนจริงสามารถช่วยลดข้อจำกัดด้านต่าง ๆ เช่น การขาดแคลนอุปกรณ์และสารเคมีในห้องปฏิบัติการทดลองจริง โดยโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) มีลักษณะเด่น คือ มีอุปกรณ์และสารเคมีต่าง ๆ ที่จำเป็นในการจำลองการทดลอง อีกทั้งยังสามารถแสดงผลการทดลองได้ทันที ทำให้ผู้เรียนสามารถทำการทดลองได้ด้วยตนเองผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนได้ฝึกทักษะจากการทดลองที่จำลองขึ้น รวมถึงช่วยพัฒนาการเรียนรู้และเสริมสร้างความรู้ด้านวิทยาศาสตร์ให้กับผู้เรียน

ผู้วิจัยสนใจนำโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) มาจำลองการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส เพื่อนำมาใช้เป็นสื่อการสอนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เนื่องจากเห็นว่านักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้นควรจะมีพื้นฐานในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ก่อนที่เข้าสู่มัธยมศึกษาตอนปลาย เพื่อจะได้รู้จักวิธีการใช้อุปกรณ์ สารเคมีและฝึกวิธีคิดอย่างเป็นระบบ นอกจากนี้ในการทำการทดลองบางเรื่องอาจจำเป็นต้องเห็นถึงการเปลี่ยนแปลงระดับอนุภาค เพื่อให้ผู้เรียนเข้าใจและมองเห็นเป็นรูปธรรม ซึ่งการทดลองที่เกิดขึ้นในห้องปฏิบัติการทดลองจริง ผู้เรียนไม่สามารถมองเห็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นในระดับจุลภาค (submicroscopic level) ได้ (Johnstone, 1993) ซึ่งการออกแบบการทดลองด้วยโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) ที่ดีสามารถจำลองการทดลองเสมือนจริงได้ ในสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง สารละลายกรดและเบส ให้นักเรียนทุกคนต้องมีความเข้าใจ และสามารถทำการทดลอง สังเกตการเปลี่ยนแปลงสีของสารละลายหรือสีของอินดิเคเตอร์ (กระดาษลิตมัส) แต่ยังคงเป็นปัญหาสำหรับนักเรียนบางคนที่ยังไม่เข้าใจภาพโดยละเอียดของการเปลี่ยนแปลงสีของอินดิเคเตอร์ และการเปลี่ยนแปลงทางเคมีต่าง ๆ ที่เห็นได้ด้วยการตาเปล่า

ด้วยเหตุดังกล่าว ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะพัฒนาบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Yenka Science (Chemistry) เพื่อให้นักเรียนพัฒนาวิธีการคิด มีความคิดเชิงสร้างสรรค์ เกิดทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ และสามารถพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนให้สูงขึ้น และส่งผลต่อความพึงพอใจของนักเรียนในการเรียนด้วยสื่อการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น

### จุดประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส

### สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส มีความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบสอยู่ในระดับมาก

### วิธีการดำเนินการวิจัย

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างในการศึกษาครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2556 โรงเรียนอำนาจเจริญ สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา เขต 29 ได้จากการเลือกตัวอย่างแบบเจาะจง (purposive Sampling) โดยมีสมาชิกในกลุ่มตัวอย่างทุกคนมีระดับผลการเรียนไม่แตกต่างกันกับกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการพัฒนาเครื่องมือวิจัย

#### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่

1. บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส จำนวน 3 การทดลอง ได้แก่ สมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส (ภาพที่ 1) การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย (ภาพที่ 2) และ pH ของสารละลายกรดและเบส (ภาพที่ 3) ซึ่งเป็นการจำลองการทดลองเสมือนจริงด้วยโปรแกรม Yenka Science (Chemistry) ผู้วิจัยได้ใช้โปรแกรมนี้อำนาจการสร้างการทดลองทั้ง 3 ขึ้นมา โดยนักเรียนจะศึกษาขั้นตอนการทดลองในใบกิจกรรม และทำการทดลองผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยการใช้เมาส์ในการควบคุม

เครื่องมือ สารเคมี หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ปรากฏบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ โปรแกรมจะแสดงผลการทดลองเสมือนจริง นอกจากนี้ยังสามารถทราบผลการทดลองได้ทันที

2. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง สารละลายกรดและเบสทั้งหมด 3 แผน ได้แก่ แผนที่ 1 สมบัติของสารละลายกรดและสารละลายเบส (2 คาบ) แผนที่ 2 การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย (2 คาบ) และแผนที่ 3 pH ของสารละลายกรดและเบส (2 คาบ) รวมใช้เวลาเรียน 6 คาบ คาบเรียนละ 50 นาที เป็นเวลา 3 สัปดาห์

3. ใบกิจกรรม เรื่องสารละลายกรดและเบส ในใบกิจกรรมประกอบด้วย จุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการทดลอง ตารางบันทึกผลการทดลอง คำถามท้ายการทดลอง และสรุปผลการทดลอง จำนวน 3 ชุด

4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง สารละลายกรดและเบส จำนวน 30 ข้อ เป็นแบบเลือกตอบ (multiple choice) ชนิด 4 ตัวเลือก

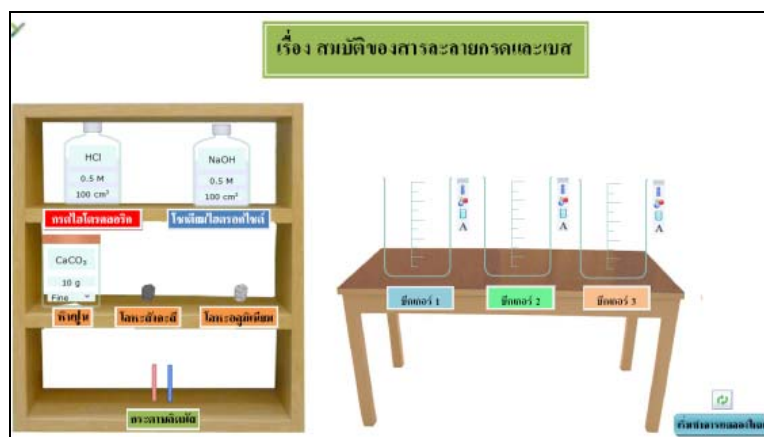
5. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส จำนวน 15 ข้อ

เครื่องมือทั้งหมดที่กล่าวมาได้ผ่านการประเมินความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ และนำมาคำนวณหาดัชนีความสอดคล้อง (index of congruence: IOC) ก่อนที่จะนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

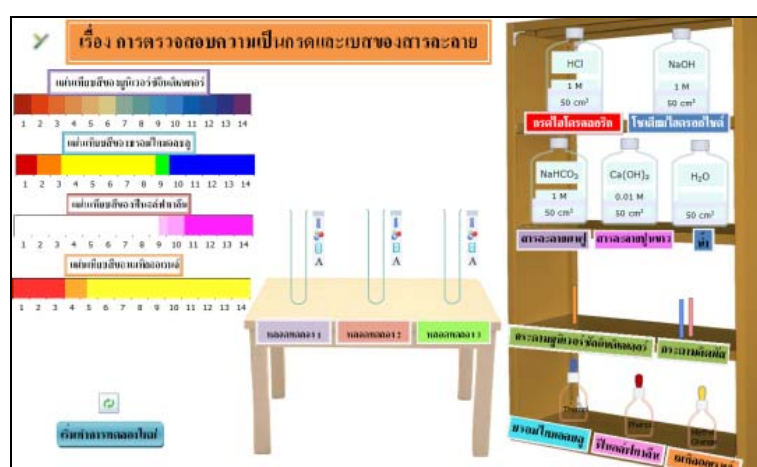
### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง โดยมีแบบแผนการทดลองกลุ่มเดียว one group pretest-posttest design ซึ่งมีขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

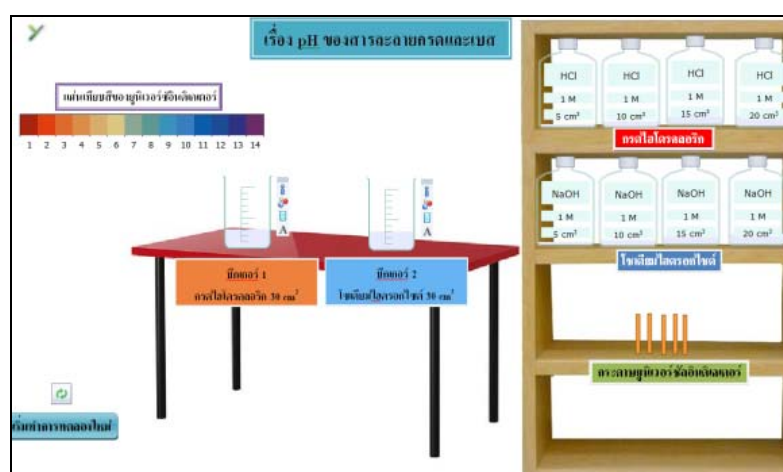
1. ทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจำนวน 30 ข้อ ใช้เวลาในการทดสอบ 40 นาที
2. ดำเนินการตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยกำหนดไว้ โดยจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ใช้เวลา 2 คาบเรียน/เรื่อง/สัปดาห์ คาบเรียนละ 50 นาที และจัดให้นักเรียน 1 คน ต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
3. แจกใบกิจกรรมให้กับนักเรียนคนละ 1 ชุด และให้นักเรียนทำใบกิจกรรมระหว่างเรียน
4. ชี้แจงและอธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้ ขั้นตอนการทดลอง และวิธีการใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่องสารละลายกรดและเบส และใบกิจกรรม



ภาพที่ 1 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สมบัติของการละลายกรดและเบส



ภาพที่ 2 บทปฏิบัติการทดลองเสมือน เรื่อง การตรวจสอบความเป็นกรดและเบสของสารละลาย



ภาพที่ 3 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง pH ของสารละลายกรดและเบส

5. ให้นักเรียนทำการทดลองบทปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลองลงในใบกิจกรรม

6. หลังจากนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการเสมือนจริงครบทุกการทดลองแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน จำนวน

30 ข้อ ภายในเวลา 40 นาที จากนั้นให้นักเรียนทำแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส

7. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ด้วยสถิติ  $t$ -test for dependent samples

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส (ตาราง 1) พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คนมีผลต่างของคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและหลังเรียนเท่ากับ 11.63 จากการเปรียบเทียบด้วยสถิติ  $t$ -test for dependent samples พบว่า ค่า  $t_{\text{คำนวณ}} (= 40.37)$  สูงกว่าค่า  $t_{0.05, 39} (= 1.685)$  จึงสรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

**ตาราง 1** การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนก่อนกับหลังการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส

N = 40					
คะแนน	$\bar{X}$	SD	$\Sigma D$	$\Sigma D^2$	$t$
ก่อนเรียน	12.85	2.85			
หลังเรียน	24.48	2.70	465	5,607	40.37*

จากผลการวิเคราะห์หาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส (ตาราง 2) พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ซึ่งมีช่วงของค่าเฉลี่ยตั้งแต่ 4.00 ถึง 4.53 โดยนักเรียนส่วนใหญ่มีความพึงพอใจมากที่สุดต่อเนื้อหาการทดลองมีความน่าสนใจ และมีความพึงพอใจระดับมากขึ้นไปในทุกข้อของแบบสอบถาม เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวม พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.24 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเฉลี่ยเท่ากับ 0.83 แสดงให้เห็นว่า มีการกระจายของข้อมูลน้อย

**ตาราง 2** ผลการประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส

รายการ	$\bar{X}$	SD	ระดับความพึงพอใจ
<b>1. ด้านเนื้อหา</b>			
1.1 เนื้อหาการทดลองมีความน่าสนใจ	4.53	0.72	มากที่สุด
1.2 เนื้อหาการทดลองเข้าใจง่าย	4.03	0.83	มาก
1.3 การจัดเนื้อหาการทดลองเหมาะสมกับเวลาเรียน	4.05	0.96	มาก
<b>2. ด้านภาพ ภาษา ตัวอักษร และสี</b>			
2.1 ภาพและการออกแบบบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงดูน่าสนใจ	4.40	0.78	มาก
2.2 ภาษาที่ใช้เข้าใจง่าย	4.08	0.76	มาก
2.3 ตัวอักษรอ่านง่ายและมีขนาดเหมาะสม	4.25	0.74	มาก
2.4 สีของภาพและสีของตัวอักษรมีความสวยงามและดึงดูดความสนใจ	4.03	0.86	มาก
<b>3. ด้านความรู้สึกรู้สึกนึกคิดต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง</b>			
3.1 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีความเสมือนกับการทดลองจริง	4.30	0.99	มาก
3.2 ไม่ยุ่งยากในการเตรียมอุปกรณ์การทดลอง สารเคมี และแสดงผลการทดลองได้อย่างรวดเร็ว	4.43	0.90	มาก
3.3 การใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงไม่ต้องทำการทดลองในห้องทดลองแต่ทำได้ทุกที่ที่มีคอมพิวเตอร์	4.48	0.78	มาก
3.4 บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงใช้งานไม่ยาก	4.00	0.72	มาก
<b>4. ด้านการแสดงออกต่อกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง</b>			
4.1 นักเรียนสนุกสนาน และตื่นเต้นกับการเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	4.28	0.85	มาก
4.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในการทดลองทุกขั้นตอนและเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง	4.08	0.86	มาก
4.3 เกิดความสนใจในการเรียนมากขึ้นเมื่อเรียนด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง	4.38	0.81	มาก
4.4 อยากเรียนบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงแบบนี้อีก	4.25	0.93	มาก
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.24</b>	<b>0.83</b>	<b>มาก</b>

## สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส สรุปได้ว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีความพึงพอใจมากต่อบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง เรื่อง สารละลายกรดและเบส ทั้งนี้อาจเป็นผลมาจากการที่ระหว่างทำปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง ผู้สอนให้ใบกิจกรรมที่ต้องบันทึกผลการทดลองด้วยตนเอง และมีการตอบคำถามท้ายการทดลองที่เป็นคำถามที่กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์เพื่อสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องในการเรียนรู้ในแต่ละการทดลอง นอกจากนี้ในบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงนี้ยังช่วยให้นักเรียนมีทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ รวมถึงผู้สอนได้เข้าทำหน้าที่เป็นผู้อำนวยความสะดวกทางการศึกษา (facilitator) ในขณะที่นักเรียนมีข้อสงสัยหรือไม่เข้าใจ จึงส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น การจัดกิจกรรมในลักษณะนี้สอดคล้องกับทฤษฎีการสร้างความรู้ด้วยตนเอง (constructivism) (Phomphisutthimas et al., 2007)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนรายบทปฏิบัติการ พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนทุกบทปฏิบัติการ โดยมีคะแนนก่อน/คะแนนหลังเรียนแต่ละบทปฏิบัติการดังนี้ 4.15/7.40, 4.06/8.18 และ 4.63/8.90 เมื่อพิจารณาความก้าวหน้าทางการเรียน (progression) โดยหาผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและคะแนนหลังเรียน พบว่า การเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงนี้มีการเรียงลำดับเนื้อหาถูกต้อง เป็นลำดับขั้น เนื่องจากทุกบทปฏิบัติการ นักเรียนมีคะแนนก่อนเรียนใกล้เคียงกัน แต่คะแนนความก้าวหน้าทางการเรียนเรียงลำดับจากน้อยไปหามาก (จากบทปฏิบัติการแรกไปยังบทปฏิบัติการสุดท้าย) ดังนี้ 3.25 4.12 และ 4.27 ซึ่งผลที่ได้นี้สอดคล้องกับงานวิจัยของ Mattheos et al. (2001) ที่ศึกษาการเรียนการสอนทางไกลแบบใช้ปัญหาเป็นฐานในห้องเรียนเสมือนจริงในระดับอุดมศึกษา วิชาโครงสร้างและลักษณะของพืชน ซึ่งพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และงานวิจัยของ Phomphisutthimas et al. (2007) ที่ใช้ปฏิบัติการเสมือนจริง เรื่อง การทำโปรตีนให้บริสุทธิ์ สำหรับนักศึกษาระดับ

อุดมศึกษาของมหาวิทยาลัยปิโตรเวณกรุงเทพฯ และปริมณฑล พบว่า การใช้ปฏิบัติการเสมือนจริงช่วยให้นักศึกษามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น และเมื่อนักศึกษาเข้าไปทำปฏิบัติการในห้องปฏิบัติการจริง นักศึกษาสามารถเลือกวิธีการและเครื่องมือได้ถูกต้องมากขึ้น

จากการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น พบว่า นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการดังกล่าวอยู่ในระดับมาก ( $4.24 \pm 0.83$ ) เป็นผลมาจากการออกแบบปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงมีการใช้ภาษาที่ง่าย มีสีสัน และรูปแบบที่ง่ายต่อความเข้าใจของนักเรียน และคัดเลือกเนื้อหาในปริมาณที่เหมาะสมและตรงกับตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้และระยะเวลาในการเรียนรู้ เมื่อนักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ได้ฝึกทักษะกระบวนการ การเรียกชื่ออุปกรณ์/สารเคมีต่าง ๆ ด้วยตนเอง นอกจากนี้ยังสามารถนำไปเรียนรู้ด้วยตนเองในสถานที่ใดก็ได้ โดยไม่จำกัดเวลา จึงทำให้นักเรียนมีความพึงพอใจมาก ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรถศาสตร์ เวียงสงค์ (2553) ที่ได้พัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อการประชาสัมพันธ์มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ซึ่งพบว่า นิสิตมีความพึงพอใจมากต่อการใช้สื่อความเป็นจริงเสมือน และสอดคล้องกับผลการวิจัยของ Mattheos et al. (2001) และ Phomphisutthimas et al. (2007) ด้วย

นอกจากนี้ควรศึกษาเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนที่เรียนรู้โดยใช้และไม่ใช้บทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริง และเจตคติต่อการเรียนรู้เนื้อหาที่กำลังศึกษา ก่อนและหลังเรียนรู้ด้วยบทปฏิบัติการทดลองเสมือนจริงด้วย

## เอกสารอ้างอิง

- กรมวิชาการ. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- บริษัท เอเชียน ไอ.ที. จำกัด. (ม.ป.ป.). *คู่มือการใช้โปรแกรม Yenka Science (Chemistry)*. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- ผู้จัดการออนไลน์. (2556). *การศึกษา*. สืบค้นจาก <http://manager.co.th/QOL/ViewNews.aspx?NewsID=9560000007886> เมื่อ 29 เมษายน 2557.
- พจนันท์ สุริรักษ์. (2548). *การพัฒนาสื่อการเรียนอิเล็กทรอนิกส์ วิชา양ธรรมชาติในรูปแบบห้องเรียนเสมือนจริง*. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร

- อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี พระจอมเกล้าธนบุรี.
- ต้นสนีย์ สังสรรค์อนันต์. (2551). ห้องปฏิบัติการเสมือนจริงบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต: นวัตกรรมเพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์. **วารสารศึกษาศาสตร์ มสธ.** 3(1): 96-105.
- ศุภางค์ ไทยสมบูรณ์สุข. (2547). การพัฒนารูปแบบการเรียนแบบร่วมมือ แบบร่วมกลุ่มเรื่องการบริหารโครงการในห้องเรียนเสมือนจริง สำหรับนิสิตระดับปริญญาตรี คณะครุศาสตร์. วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต. กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). การจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มวิทยาศาสตร์ หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ: ผู้แต่ง.
- อรรถศาสตร์ เวียงสงค์. (2553). การพัฒนาสื่อความเป็นจริงเสมือนเพื่อประชาสัมพันธ์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต. มหาสารคาม: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- Johnstone, A. H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to a changing demand. **Journal of Chemical Education.** 70(9): 701-705.
- Mattheos N, Nattestad A, Schitteck M, and Attström R. (2001). A virtual classroom for undergraduate periodontology: A pilot study. **European Journal of Dental Education.** 5(4): 139–147.
- Phornphisutthimas, S., Panijpan, B., Wood, E. J., and Booth, A. G. (2007). Improving Thai students' understanding of concepts in protein purification by using Thai and English versions of a simulation program. **Biochemistry and Molecular Biology Education** 35(5): 316-321.